



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Gebrauchsmusteranmeldung**

**Aktenzeichen:** 202 19 216.4

**Anmeldetag:** 12. Dezember 2002

**Anmelder/Inhaber:** Minebea Co. Ltd., Kitasaku, Nagano/JP

**Bezeichnung:** Spindelmotor für Festplattenlaufwerke mit hydrodynamischer Lageranordnung

**IPC:** H 02 K 5/16

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Gebrauchsmusteranmeldung.**

München, den 6. November 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**

Im Auftrag

**Schmidt C.**

**PATENTANWALT**  
**DR.-ING. PETER RIEBLING**

Dipl.-Ing.

EUROPEAN PATENT & TRADEMARK ATTORNEY

Postfach 3160  
D-88113 Lindau (Bodensee)  
Telefon (08382) 78025  
Telefon (08382) 9692-0  
Telefax (08382) 78027  
Telefax (08382) 9692-30  
E-mail: info@patent-riebling.de

16229.8-P757-54

06.12.2002

Anmelder: Minebea Co., Ltd.,  
18F Arco Tower, 1-8-1 Shimo-Meguro, Meguro-Ku  
Tokyo 153 0064, Japan

**Spindelmotor für Festplattenlaufwerke mit hydrodynamischer Lageranordnung**

Die Erfindung betrifft einen Spindelmotor für Festplattenlaufwerke mit hydrodynamischer Lageranordnung nach dem Oberbegriff des Schutzanspruchs 1.

Spindelmotoren für Festplattenlaufwerke bestehen im Wesentlichen aus Stator, Rotor und mindestens einem zwischen beiden angeordneten Lagersystem. Der elektromotorisch angetriebene Rotor ist mittels des Lagersystems gegenüber dem Stator drehgelagert. Als Lagersysteme können sowohl Wälzlager als auch hydrodynamische Gleitlager verwendet werden.

5 Die spezifischen Vorteile hydrodynamischer Gleitlager gegenüber Wälzlagern sind die höhere Laufgenauigkeit, die Unempfindlichkeit gegenüber Stossbelastungen (Schock) und die geringere Zahl der Bauteile. Da sich die Gleitpartner bei Nenndrehzahl nicht berühren arbeiten sie verschleißarm und nahezu geräuschlos.

10

Eine derartige hydrodynamische Lageranordnung ist z.B. aus der US-5,847,479 bekannt geworden. Bei diesem Lagersystem wird als Schmiermittel eine Flüssigkeit verwendet, welches sich in einem Lagerspalt befindet, der die beiden Lagerflächen der relativ zueinander bewegten Teile beabstandet. Im Betrieb bildet das Schmiermittel, vorzugsweise Öl, einen tragfähigen Schmierfilm zwischen den Lagerflächen aus.

15

20

Die bekannte Lageranordnung umfasst eine Lagerbuchse und eine Welle, die in einer axialen Bohrung der Lagerbuchse angeordnet ist. Die Welle rotiert frei in der Lagerbuchse und die Teile bilden zusammen ein Radiallager. Etwa an der Mitte der Welle ist eine Druckscheibe angeordnet, welche in einer entsprechenden Aussparung der Buchse rotiert und zusammen mit einer Abdeckplatte ein Drucklager definiert. Durch das Drucklager wird eine Verschiebung zwischen Welle und Buchse entlang der Rotationsachse verhindert. Mindestens eine der in gegenseitiger Wirkverbindung stehenden Lageroberflächen von Welle und/oder Buchse, Druckscheibe und/oder Abdeckplatte ist mit einem Rillenmuster versehen, welches infolge der durch Rotation hervorgerufenen Relativbewegung eine Pumpwirkung auf das Schmiermittel ausübt und so den für die Lagersteifigkeit erforderlichen hydrodynamischen Druck erzeugt.

25

30

Bei der oben beschriebenen Lageranordnung befindet sich die Druckscheibe des Drucklagers etwa in Wellenmitte. Das bzw. die Drucklager sind also entlang der Rotationsachse zwischen den Radiallagern angeordnet.

- 5 Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine hydrodynamische Lageranordnung für Spindelmotoren der eingangs genannten Art bezüglich ihres Aufbaus so zu verbessern, dass einfach und kostengünstig herstellbare Einzelteile verwendet werden, die zudem eine vereinfachte Montage gestatten, ohne dass das Schwingungsverhalten und die Laufgenauigkeit  
10 beeinträchtigt werden.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Schutzanspruchs 1 gelöst.

- 15 Erfindungsgemäß umfasst die Lageranordnung eine zweiteilige Lagerbuchse mit einem oberen Buchsenteil und einem im Wesentlichen gleichgestalteten unteren Buchsenteil, die mit Hilfe eines Abstandshalters axial voneinander beabstandet sind, eine fest mit dem Rotor verbundenen Hülse, in welcher die Buchsenteile und der Abstandhalter derart gehalten sind, dass zwischen den Buchsenteilen und dem Innendurchmesser des Abstandshalters ein  
20 ringförmiger Hohlraum gebildet wird zur Aufnahme der im Bereich der Längsmittle der Welle angeordneten Druckscheibe.

- Die Lageranordnung besteht demnach aus zwei voneinander beabstandeten Radiallagern und einem zwischen den Radiallagern angeordneten  
25 Drucklager.

- Da das Drucklager zwischen den Radiallagern angeordnet ist, kann die größtmögliche Spannweite, d. h. der maximal mögliche Abstand der Radiallager zueinander ausgenutzt werden.  
30

Ein solches Lager besitzt eine große Steifigkeit und ein ausgezeichnetes Schwingungsverhalten bei herausragender Laufgenauigkeit, ohne dass im Vergleich zur eingangs erwähnten Lageranordnung erhöhte Reibungsverluste in Kauf genommen werden müssten.

- 5 Die Verwendung einer Kombination aus einer Hülse, zwei im Wesentlichen gleichartigen Buchsenteilen und einem Abstandhalter ermöglicht eine einfache Montage der Lagersystemkomponenten, aber auch von Rotor und Spindelmotor.
- 10 Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Schutzansprüchen angegeben.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung umfasst die fest mit der Welle verbundene Druckscheibe an ihrem Innendurchmesser mehrere

15 Aussparungen, die als Schmiermittelkanäle zwischen Druckscheibe und Welle zum Austausch des Schmiermittels zwischen den Bereichen der Lageranordnung oberhalb und unterhalb der Druckscheibe dienen.

Durch eine Einschnürung der Welle im äußeren Endbereich der Lagerbuchse

20 (n), bei der sich der kleinste Wellendurchmesser nahe dem Stirnende der jeweiligen Lagerbuchse befindet, entsteht ein konzentrischer Zwischenraum, dessen innere, wellenseitige Begrenzungsfläche vorzugsweise konisch und dessen äußere, buchsenseitige Begrenzungsfläche vorzugsweise zylindrisch und insbesondere die innere Lageroberfläche der Buchse ist. Dieser

25 Zwischenraum bildet ein Reservoir für das Schmiermittel, das durch Adhäsions- und Kapillarkräfte in diesem Zwischenraum gehalten wird.

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnungsfigur näher beschrieben. Aus der Zeichnung und deren

30 Beschreibung ergeben sich weitere Merkmale, Vorteile und Anwendungen der Erfindung.

Figur 1 zeigt einen Schnitt durch einen Spindelmotor mit der erfindungsgemäßen Lageranordnung.

- 5 Das Ausführungsbeispiel beschreibt ein hydrodynamisches Lagersystem, das als Drehlager in einem Spindelmotor zum Einsatz kommt. Hierbei wird davon ausgegangen, dass eine mehrteilige, mit dem Rotor verbundene Buchse drehbar auf einer feststehenden Welle angeordnet ist. Die Erfindung lässt sich jedoch auch auf Ausgestaltungen übertragen, bei denen eine den
- 10 Rotor tragende Welle in einer feststehenden Lagerbuchse frei drehbar angeordnet ist.

Der in Figur 1 dargestellte Spindelmotor umfasst eine Basisplatte 11, die den Stator 8 des Spindelmotors trägt. Die Welle 1 ist in einer zentralen Öffnung

15 der Basisplatte 11 aufgenommen und fest mit dieser verbunden. Im mittleren Bereich der Welle 1 ist eine Druckscheibe 6 angeordnet und drehfest mit dieser verbunden.

- Der Rotor des Spindelmotors umfasst eine etwa glockenförmige Nabe 4,
- 20 welche die Speicherplatten (nicht dargestellt) des Festplattenlaufwerks trägt.

- Die Nabe 4 ist mit einer zentralen Aussparung 13 versehen, in die eine Halterungshülse 3 fest eingepresst oder eingeklebt ist. In der Halterungshülse 3 sind ein oberes Buchsenteil 2 und ein unteres Buchsenteil
- 25 10 befestigt, die durch einen ringförmigen Abstandshalter 5 voneinander axial beabstandet sind. Halterungshülse 3, Buchsenteile 2, 10 und Abstandshalter 5 sind miteinander und der Nabe 4 drehfest verbunden und bilden zusammen mit dieser den Rotor des Spindelmotors. Der Lagersitz für die Welle 1 mit der darauf befestigten Druckscheibe 6 wird aus den
- 30 beiderseits der Druckscheibe 6 angeordneten und mittels des Abstandshalters 5 voneinander beabstandeten Buchsenteilen 2, 10 gebildet, wobei diese die Welle 1 mit geringem radialen Abstand umgreifen. Da auch der Innendurchmesser des Abstandshalters 5 sowie dessen Dicke geringfügig größer sind als der Außendurchmesser bzw. die Dicke der

5 Druckscheibe 6 kann sich die Welle 1 nebst Druckscheibe 6 innerhalb ihres Lagersitzes frei drehen. Gleichzeitig sorgt die radiale Überlappung der Druckscheibe 6 mit den beiden Buchsenteilen 2, 10 für eine stabile Positionierung der Welle in axialer Richtung.

10 Im Bereich der äußeren Stirnflächen der Buchsenteile 2, 10 ist die Welle 1 konisch eingeschnürt, so dass zwischen den Buchsenteilen 2, 10 und der Welle 1 jeweils ein konzentrischer, sich axial auswärts erweiternder Freiraum entsteht, der als Reservoir 14, 15 für das Schmiermittel dient.

15 Die Nabe 4 trägt an ihrem äußeren Rand ein Joch 7 und Permanentmagnete 9, welche mit dem Stator 8 zusammenwirken, wobei die vom Stator 8 erzeugten elektromagnetischen Wechselfelder den Rotor in Drehbewegung versetzen. Die Stromversorgung des Stators erfolgt über die in einem Kabelkanal verlegten Anschlussleitungen 12.

20

Das aus den in der Hülse 3 gehaltenen Buchsenteilen 2, 10 einerseits und der Welle 1 nebst Druckscheibe 6 andererseits bestehende Drehlager ist als hydrodynamisches Lager ausgelegt, bei dem die relativ zueinander drehbeweglichen Komponenten während des Betriebes durch einen dünnen Schmiermittelfilm im Lagerspalt voneinander beabstandet sind.

25

Dieser zusammenhängende Schmiermittelfilm ermöglicht das „Aufschwimmen“ des Rotors beim Hochlauf und die berührungslose Drehbewegung bei Nenndrehzahl.

30

Zur drehfesten Verbindung der Welle 1 mit der Druckscheibe 6 ist eine konzentrische Bohrung vorgesehen, in der die Welle 1 aufgenommen ist. Die im Wesentlichen zylindrische Berandung dieser Bohrung ist mit Aussparungen 16 versehen, die achsparallele Schmiermittelkanäle bilden.

- 5 Diese ermöglichen einen schnelleren Druck- bzw. Volumenausgleich im Lagerspalt zwischen den Schmiermittelmengen beiderseits der Druckscheibe 6 in der Startphase.

- Jeweils eine der miteinander in hydrodynamischer Wirkverbindung  
 10 stehender, einander zugewandten Lageroberflächen von Welle 1 und/oder Buchse 2, 10 – im dargestellten Fall sind es die Buchsen 2, 10 – weist zylindrische Zonen mit eingearbeiteten Rillenmustern auf. Gleichmaßen sind auch die ebenen Stirnflächen der Druckscheibe 6 und/oder die diesen zugewandten Stirnflächen der Buchsenteile 2, 10 mit entsprechenden  
 15 Rillenmustern (nicht dargestellt) versehen.

- Durch die rotatorische Relativbewegung der Lageroberflächen entsteht eine Art Pumpwirkung, die innerhalb des Schmiermittelfilms im Bereich der Rillenmuster Zonen hydrodynamischen Druckes entstehen lässt. Da die  
 20 lokalen Kraftkomponenten in diesen Druckzonen näherungsweise umgekehrt proportional zur Spaltdicke sind, werden Störungen, die auf die Rotationsachse einwirken, sofort selbstregelnd kompensiert. Die vollständige Stabilisierung der Rotationsachse nach Lage und Richtung erfolgt dabei mittels hydrodynamischer Radial- und Axiallager.

- 25 Dabei entstehen im Bereich der Radiallager, bedingt durch die Rillenmuster auf den zylindrischen Lagerflächen der Buchsenteile 2, 10 ober- und unterhalb der Druckscheibe 6, ringförmige, die Welle 1 konzentrisch umgebende Druckpolster, deren auf die rotierenden Buchsenteile  
 30 einwirkenden Reaktionskräfte sich in einem zentralen Bereich auf der Rotationsachse schneiden und die in der Summe Null ergeben. Die Welle 1 und die Buchsenteile 2, 10 mit der gemeinsamen Rotationsachse befinden sich also in einem stabilen Kraftgleichgewicht, demzufolge Abweichungen der Rotationsachse von Solllage wirkungsvoll unterbunden werden.



- 5 Die axiale Lagestabilisierung der Rotationsachse übernimmt ein zweiseitig wirkendes hydrodynamisches Drucklager, dessen koplanare Druckzonen im Schmiermittelfilm beiderseits der Druckscheibe 6 entstehen, infolge der dort auf den Stirnflächen der Buchsenteile 2, 10 angeordneten Rillenmuster. Diese Druckzonen bilden gewissermaßen ein Drucklagerpaar, dessen
- 10 jeweilige axiale Kraftkomponenten entgegengesetzt gleich groß sind. Aus den auf die betreffenden Stirnflächen der Buchsenteile 2, 10 einwirkenden Kräften resultiert ein stabiles Kraftgleichgewicht, welches die Rotationsachse bezüglich ihrer axialen Lage wirkungsvoll stabilisiert.
- 15 Durch die bei der Drehung des Rotors entstehende Pumpwirkung werden also in dem zusammenhängenden Schmiermittelfilm entlang der Radiallager und im Bereich der Drucklager Zonen hydrodynamischen Druckes aufgebaut, die für eine stabile konzentrische Rotation des Rotors relativ zur Welle 1 verantwortlich sind.
- 20 Generell gilt, dass die Steifigkeit und die Dämpfung der gesamten Lageranordnung durch die Spaltdicke und die Viskosität des Schmiermittels bestimmt wird bzw. beeinflusst werden kann.
- 25 Bei der Montage des Spindelmotors wird als erstes die Druckscheibe 6 auf der Welle 1 befestigt. Als nächstes wird ein erstes Buchsenteil 2 bzw. 10 auf die mit der Druckscheibe 6 versehene Welle 1 aufgesteckt. Danach wird der Abstandhalter 5 über die Druckscheibe 6 geschoben. Nun wird das zweite Buchsenteil 10 bzw. 2 auf die Welle 1 aufgesteckt. Mit Hilfe der Hülse 3
- 30 werden die Buchsenteile 2, 10 und der Abstandhalter 5 in ihrer gegenseitigen Lage fixiert. Die Druckscheibe 6 befindet sich in dem durch die Buchsenteile 2, 10 und den Abstandhalter 5 gebildeten Hohlraum 17. Die Lageranordnung ist nun fertig montiert und kann mit Schmiermittel, vorzugsweise mit Öl, befüllt werden.

- 5    Schließlich wird die funktionsfähige Lageranordnung durch Einpassen der Halterungshülse 3 in die Aussparung 13 der mit Joch 7 und Ringmagnet 9 versehenen Nabe 4 im Rotor montiert.

        Zum Schluss wird der Rotor in einen Flansch oder in die Basisplatte 11 eingesetzt, indem das untere Wellenende der Welle 1 in die Basisplatte  
10    eingepresst, eingeklebt oder anderweitig dreh sicher befestigt wird.

5 **Bezugszeichenliste**

	1	Welle
	2	oberes Buchsenteil
10	3	Hülse
	4	Nabe (Rotor)
	5	Abstandhalter
	6	Druckscheibe
	7	Joch
15	8	Stator
	9	Magnet
	10	unteres Buchsenteil
	11	Basisplatte
	12	Kabel
20	13	Aussparung (Nabe)
	14	Reservoir
	15	Reservoir
	16	Aussparung (Kanal)
	17	Hohlraum

25

5

**Schutzansprüche**

- 10 1. Spindelmotor für Festplattenlaufwerke mit hydrodynamischer Lageranordnung, mit einem Stator und einem eine oder mehrere Speicherplatten tragenden Rotor, wobei die Lageranordnung eine Welle, eine Buchse und eine mit der Welle drehfest verbundene Druckscheibe umfasst, wobei die Buchse relativ zur Welle und zur Druckscheibe rotiert, **gekennzeichnet durch,**

15 eine zweiteilige Lagerbuchse mit einem oberen Buchsenteil (2) und einem unteren Buchsenteil (10), die mit Hilfe eines Abstandshalters (5) axial voneinander beabstandet sind;

20 einer fest mit dem Rotor (4) verbundenen Hülse (3), in welcher die Buchsenteile (2, 10) und der Abstandhalter (5) befestigt sind; und einen durch die Buchsenteile (2, 10) und den Abstandhalter (5) gebildeten ringförmigen Hohlraum (17) zur Aufnahme der im Bereich der Längsmittle der Welle (1) angeordneten Druckscheibe (6).
- 25 2. Spindelmotor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lageranordnung aus zwei axial voneinander beabstandeten Radiallagern und wenigstens einem zwischen den Radiallagern angeordneten Drucklager besteht.
- 30 3. Spindelmotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckscheibe (6) an ihrem Innendurchmesser mehrere Aussparungen (16) aufweist.

5 4. Spindelmotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Außendurchmesser der Buchsenteile (2, 10) gleich groß ist.

10 5. Spindelmotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Welle (1) im Bereich der oberen Öffnung des oberen Buchsenteils (2) und/oder im Bereich der unteren Öffnung des unteren Buchsenteils (10) radial eingeschnürt ist, so dass zwischen den Buchsenteilen (2 bzw. 10) und der Welle (1) jeweils ein Zwischenraum entsteht, der als Reservoir (14 bzw. 15) für ein Schmiermittel dient.

15

6. Spindelmotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Welle (1) fest in einer Basisplatte (11) aufgenommen ist und die Buchsenteile (2, 10) um die Welle (1) rotieren und den Rotor (4) tragen.

20

